

\*\*\*\*\*  
水  
保  
监  
测  
\*\*\*\*\*

# 地形复杂地区遥感图像分类方法应用研究

——以黄土丘陵沟壑地区坡耕地遥感调查为例

刘咏梅<sup>1,2</sup>, 杨勤科<sup>2</sup>, 温仲明<sup>2</sup>

(1. 西北大学 城市与资源学系, 陕西 西安 710069; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:** 由于黄土高原地区地形复杂, 在坡耕地遥感调查中单纯采用监督分类法很难获得理想的精度。以黄土丘陵沟壑地区为研究区域, 在坡耕地的分类中采用改进的分类方法, 首先以非监督分类法获得初始训练样本, 在对样本进行增补和修改的基础上再进行监督分类, 使分类精度明显提高。研究表明, 用改进的分类法提取坡耕地及其它地物的信息取得了良好的分类效果, 是该地区进行坡耕地调查较为理想的方法。

**关键词:** 坡耕地; 遥感图像分类; 改进分类法; 黄土丘陵沟壑区

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1000-288X(2003)04-0030-03

**中图分类号:** TP79, S19

## Remote Sensing Classification Method in Complicated Terrain Area

— Taking the Loess Plateau As an Example

LIU Yong-mei<sup>1,2</sup>, YANG Qin-ke<sup>2</sup>, WEN Zhong-ming<sup>2</sup>

(1. Department of Urban and Resource Sciences, Northwest University,

Xi'an 710069, Shaanxi Province, China; 2. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** The classification accuracy is unsatisfactory in the complicated terrain area of the Loess Plateau when the single supervised classification is used in the remote sensing investigation of slope field. Taking the loess hill and gully area of northern Shaanxi Province as a test area, the slope field and other categories are extracted by the improved classification which is the integration of supervised classification and unsupervised classification. The result shows that this method improves classification accuracy greatly, and is suitable for the slope field investigation in the loess hill and gully area. The research is of critical significance in obtaining the up-to-date information of the slope field and converting farmland into forest or grass land in slope land reasonably.

**Keywords:** slope field; remote sensing classification; improved classification; loess hill and gully area

## 1 前 言

常规遥感图像自动分类方法主要有监督分类法与非监督分类法, 其中以监督分类法的研究和应用最为广泛。由于监督分类法主要依据地物光谱特性分类, 具有很大局限性, 因此产生了很多改进方法并在实践中取得了很高的精度。而在黄土高原这样的地形复杂地区, 改进图像分类方法的研究工作较少。本研究提出在黄土丘陵沟壑地区采用监督分类与非监督分类相结合的改进方法提取坡耕地信息及其它地物类别, 取得了很好的分类结果, 为提高地形复杂地区图像自动分类方法的精度做了有益的探索, 并为该地区退耕还林还草的生产实践提供了及时必要的技术支持。

黄土高原是我国土壤侵蚀和水土流失最强烈的地区。近年来随着人类经济活动的加剧, 区域内生态环境持续恶化, 资源遭到严重破坏。该地区长期以来为了扩大耕地面积, 大量毁林毁草进行陡坡开垦耕种。全区耕地除了少量的塬地、川地及河谷平原地以外, 绝大多数为坡耕地, 坡耕地所占比例高达 90%。这些坡耕地一般坡度均较大, 水土流失严重, 进一步加剧了土壤侵蚀和环境退化。为了恢复黄土高原的生态环境, 实现社会经济的可持续发展, 国家提出了“退耕还林(草)”的战略部署, 对坡度大于 25°的耕地逐步实现退耕还林还草。因此, 应用遥感图像分类技术, 快速提取坡耕地的分布特征、面积数据等信息, 为退耕还林还草提供详实的基础数据; 并且通过动态监测

收稿日期: 2003-04-07

修回日期: 2003-06-20

资助项目: 国家自然科学基金项目(40271089); 测绘遥感信息工程国家重点实验室高访基金

作者简介: 刘咏梅(1970—), 女(汉族), 陕西西安人, 硕士, 讲师, 中国科学院水土保持研究所在职博士; 主要从事区域水土流失遥感监测方面的研究工作。E-mail: liuyym-1@sina.com。

与对比,对生态环境建设效应进行评估,这对黄土高原地区的生态环境建设及水土保持工作具有重要的实践意义。

研究区位于陕北无定河、大理河流域内,地理范围大致介于东经 109°40′00″—110°10′00″,北纬 37°6′00″—38°10′00″之间,面积为 1 062 km<sup>2</sup>。该地区属于典型的黄土丘陵沟壑区,沟蚀及重力侵蚀活跃,地面切割破碎,沟谷纵横,地面平均坡度 28.7°,大于 25°的陡坡占 60%以上,陡坡耕地多,侵蚀非常强烈,水土流失严重,为国家水土流失重点治理区。

## 2 数据基础与图像处理

### 2.1 数据基础

(1) 1997 年 6 月 13 日成像的 Landsat TM5 图像(7 个波段,已经几何精校正);(2) 研究区 1:10 万土地利用现状图(数字化的矢量地图);(3) 研究区土地资源专题数据、坡度数据和水土流失数据。

### 2.2 图像处理

(1) 主成分变换:对 TM 图像 7 个波段进行主成分变换,选取主成分变换的前 3 个波段图像,以降低数据冗余、去除噪音;并且通过主成分变换可在一定程度上消除由于地形起伏造成的阴影的影响。(2) 主成分逆变换:为了提高图像的可判读性,对主成分变换获得前 3 个波段图像再进行主成分逆变换,使其重新恢复到 RGB 彩色空间(7 个波段)。以主成分逆变换得到的 7 个波段作为分类的信息源。

## 3 坡耕地分类

### 3.1 监督分类方法

该方法能够识别主要地物类别,有一定精度保证,仍存在明显缺陷:由于客观地物错综复杂及大量存在的同物异谱和异物同谱现象,很难选取具有代表性、准确反映地物光谱特征、数量足够的样本。

黄土丘陵沟壑区地形复杂,并且沟深坡陡,坡耕地分布的地形部位既有缓坡又有陡坡;由于不同地形部位的影响,太阳辐射在到达地面后势必发生再分配,因而在图像上形成了阴阳向背、色调深浅不一的差异,造成了坡耕地的光谱特征非常复杂、差异很大。在 TM 标准假彩色合成图像上,坡耕地呈现出灰白、浅灰、灰、深灰、灰黑等不同的色调。如果采用常规的监督分类法,坡耕地训练样本的选取不仅工作量大而且很难获取所有样本,从而影响分类精度。在本研究中采用了监督分类与非监督分类相结合的改进方法。研究证明,所改进的分类法不仅提高了分类速度,而且明显提高了分类精度。

首先,对主成分逆变换的 7 个波段图像进行非监督分类,获得初始模板。然后通过实地调查、并以原始图像、土地利用图及其它相关数据为参考,确定模板中每一类别的专题意义,删除不能正确反映地物光谱特征的样本,增补遗漏样本,并对同一类样本进行合并。反复调整,使模板能够准确地反映地物光谱信息。最后以调整好的模板为基础进行监督分类,并对分类结果进行精度评价。分类的具体步骤见图 1。

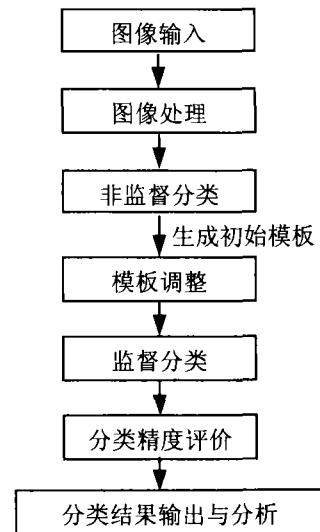


图 1 改进分类法分类步骤

### 3.2 分类系统的确定

(1) 林、草地。指生长乔木、灌木的林业用地(包括果园);生长草本植物为主,覆盖度在 5%以上的各类草地,包括以牧为主的灌丛草地和郁闭度在 10%以下的疏林草地。(2) 坡耕地。指地面坡度为 6°~35°的旱耕地。(3) 平地。指川道地区地面平坦的旱地。(4) 居民点及工矿用地。指城镇用地和农村居民点用地及其以外的工矿交通用地。(5) 水域。指天然陆地水域和水利设施用地,包括河渠、湖泊、水库、坑塘。

### 3.3 训练样本评价

训练样本的选择是分类的关键。根据分类系统,由非监督分类生成初始样本 40 个,经过反复调整,选取了 64 个样本,其中坡耕地样本 22 个。

训练样本的可能性矩阵说明了每一类的样本像元中有多少个像元分别属于相应的类别,其中的误差矩阵值是指每类样本像元分类的正确率。表 1 显示,各类的误差矩阵值均在 80%以上,说明各类样本的识别情况较好。林草地、坡耕地的误差矩阵值大于 90%,样本的识别精度很高。平地、居民点、水域与林草地的光谱特征有着一定程度的类似,这 3 类中各有 8.6%,9.0%和 7.5%的样本像元被分到林草地类,

因而存在少量的混分现象。

样本确定之后,采用监督分类的最大似然分类法进行分类,对分类结果进行重新编码与合并,并对最终分类结果进行面积统计(见表 2)。

表 1 训练样本可能性矩阵

样本类别	分类前样本类别				
	1	2	3	4	5
1	96.2	3.2	8.6	9.0	7.5
2	3.1	95.7	4.0	4.5	1.7
3	0.5	0.0	86.8	0.0	0.0
4	0.2	0.0	0.0	80.3	2.1
5	0.0	1.0	0.6	6.2	88.7

表 2 分类结果面积统计

类别	1	2	3	4	5	合计
面积/hm <sup>2</sup>	55 582	46 950	2 104	790	857	106 180
百分比/%	52	44	2	1	1	100

### 3.4 分类精度评价

分类之后必须将分类结果与地面真实数据进行比较,计算分类精度。首先,将研究区域的土地利用现状图叠加到分类结果图上(图 2),可见坡耕地的分类结果与土地利用现状符合情况良好(图中深色为坡耕地、浅色为林、草地。)在本研究中采用计算机随机评价的方法,在研究区内选取了 150 个随机样点,各类中的随机点与分类结果中该类的像元数成正比,并且保证每类的随机点不少于 10 个。以野外实测数据及该土地利用现状图为依据,确定每个样点的真实地类,分类精度报告见表 3。

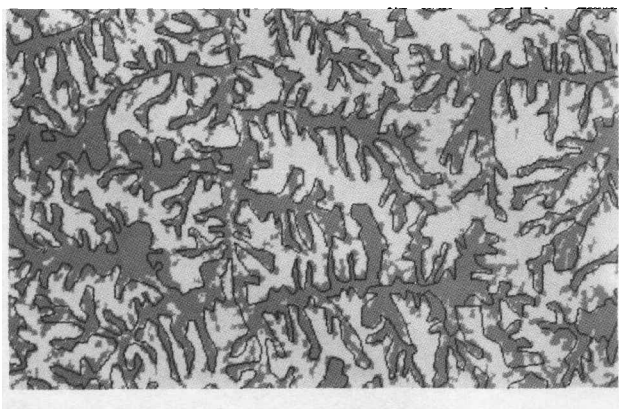


图 2 分类结果图与土地利用现状图叠加

表 3 分类精度报告

类别	1	2	3	4	5
分类精度/%	87.50	92.73	81.82	70.00	90.00
Kappa 系数	0.786 9	0.882 7	0.802 4	0.685 3	0.892 1

注:分类总精度=88.0%;总 Kappa 系数=0.8210。

## 4 结 论

(1) 与常规的目视解译相比,遥感图像自动分类技术具有速度快、周期短、成本低等的优点,节省了大量的人力物力。因此,自动分类方法的研究与应用应成为黄土高原地区生态环境调查与生态环境建设效应动态监测的重要技术手段。

(2) 在地形复杂地区,由于地形起伏较大,使图像上同物异谱的现象大量存在。单纯采用监督分类法分类,难以获得符合实际的分类结果。本文在黄土丘陵沟壑区,采用改进的分类方法,解决了单纯监督分类时人工采样的盲目性,以及为了选择足够的训练样本花费大量工作量的问题。分类总精度为 88.00%,坡耕地的分类精度更达到 92.73%,取得了较好的分类结果。根据坡耕地在不同地形区分布范围及光谱特征的差异,可适当增加非监督分类生成的初始样本数量,以提高分类精度。

(3) 由于地形起伏在图像形成的阴影区,仅靠地物的光谱特征无法实现自动分类;另外,对于异物同谱现象,不同地物具有相似的光谱特征,只依据光谱特性也不可能区分它们,这是改进分类法的明显缺点。因此,在后续的黄土丘陵沟壑地区图像分类方法研究中应引入数字高程模型(DEM)信息,采用 GIS 辅助的多信息复合分类方法,消除地形阴影的影响,并按不同的坡度等级提取坡耕地,以满足退耕还林还草工程措施具体实施的需求。

### [参 考 文 献]

- [1] Caccetta P, Campbell N C, Evans F, et al. Mapping and monitoring land use and condition change in the southwest of Western Australia using remote sensing and other data [C]. Processing of the Europa 2000 Conference, Barcelona, 2000.
- [2] Cihlar J, et al. Classification by progressive generalization: A new automated methodology for remote sensing multichannel data [J]. International Journal of Remote Sensing, 1998, 19(14): 2685—2704.
- [3] Ediriwickrema J. Hierarchical Maximum-Likelihood Classification for Improved Accuracy [M]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1997.
- [4] Congatton R G, Green K. Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principle and Practices [M]. Lewis Publishers, New York, 1998.
- [5] 关元秀,刘高焕,等.黄河三角洲盐碱地遥感调查研究[J].遥感学报,2001,5(1):46—52.
- [6] 乔玉良.黄土地区高中低产农田成因及遥感分类方法研究——以山西省定襄县为例[J].遥感学报,2002,6(1):70—74.